

Глубина архива связного потребления ТЭР за один отопительный сезон составляет 180 календарных дней. Приблизительно 20% архивных данных являются либо недостоверными, либо утерянными. После сортировки данных на эпизоды нормального и избыточного энергопотребления для синтеза моделей остается не так уж много пригодных данных, что сказывается на точности синтезированных моделей. Ведь только при достаточном количестве достоверных данных и учете связного характера потребления ТЭР можно добиться удовлетворительно-го качества прогнозирования газопотребления в быту.

Таким образом, предпроцессорная обработка данных позволяет упростить синтез моделей и добиться удовлетворительного качества прогнозирования газопотребления в быту при ограниченной глубине первичного архива. Прогнозирование газопотребления в быту в условиях недоотпуска тепла от СЦТ возможно только при учете связного характера потребления ТЭР.

1.Вороновский Г.К. Усовершенствование практики оперативного управления крупными теплофикационными системами в новых экономических условиях. – Харьков: Изд-во «Харьков», 2002. – 240 с.

2.Коваленко М.В., Махотило К.В., Позигун М.П. Восстановление утерянных данных о суточном потреблении электроэнергии жилыми массивами города // Вестник ХГПУ. Серия «Новые решения в современных технологиях». Вып.81. – Харьков, 2000. – С.71-73.

3.Коваленко М.В., Махотило К.В., Ольшевский А.М. Развитие методики синтеза эталонных суточных профилей электропотребления крупным жилым массивом города // Вестник НТУ «ХПИ». Серия «Новые решения в современных технологиях». Вып.15. – Харьков, 2001. – С.184-191.

4.Бэнн Д.В., Фармер Е.Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.

Получено 21.06.2004

УДК 697.32

В.Н.КАЧАН, д-р техн. наук, А.В.ЛУКЬЯНОВ, канд. техн. наук,
А.Ю.КОРОВАЕВ

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РАБОТЫ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОАГРЕГАТОВ

Предлагается вероятностный подход к оценке эффективности работы жаротрубных котлоагрегатов, позволяющий оптимизировать процесс теплопередачи по отдельным элементам котлоагрегата.

Котлоагрегат – это сложный теплообменный аппарат, в котором протекают взаимосвязанные процессы горения топлива и теплопередачи от дымовых газов к теплоносителю. Теплообмен в котле

происходит излучением, конвекцией и теплопроводностью. Определить, какое количество теплоты передается каждым из этих процессов в котлоагрегате, сложно. Существующие методы расчетов позволяют лишь приблизительно оценить эффективность работы котлоагрегата и определить его КПД. Решение данной проблемы тесно связано с Комплексной Программой энергосбережения Украины, Отраслевой Программой энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве.

В настоящее время эффективность работы котлоагрегатов определяется двумя способами [1]:

а) по прямому балансу

$$\eta_{к.а}^{\bar{p}} = \frac{Q_{пол}}{B_p \cdot Q_n^p}, \quad (1)$$

где $Q_{пол}$ – полезно используемая теплота топлива, Вт; B_p – расчетный расход топлива, кг/с; Q_n^p – низшая рабочая теплота сгорания топлива, Дж/кг;

$$Q_{пол} = G \cdot (i_{нач} - i_{кон}), \text{ Вт.} \quad (2)$$

Здесь G – расход воды через котлоагрегат, кг/с; $i_{нач}, i_{кон}$ – энтальпии теплоносителя в начальном и конечном состояниях, Дж/кг;

б) по обратному балансу учитываются все потери теплоты котлоагрегатом, определение которых требует сложных и длительных измерений,

$$\eta_{к.а} = 1 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \quad (3)$$

где в долях q_2 – потери теплоты с уходящими газами; q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания (химический недожог); q_4 – потери теплоты от механической неполноты сгорания (механический недожог); q_5 – потери теплоты от наружного охлаждения; q_6 – потери теплоты со шлаками.

Приведенные формулы не учитывают геометрических размеров и особенностей конструкции котлоагрегатов, а также физико-химические свойства дымовых газов и теплоносителя [2]. В связи с этим практически невозможна оптимизация процесса теплообмена с использованием ЭВМ.

Цель настоящих исследований – аналитически описать работу котлоагрегата не только на стадии сгорания топлива, но и весь процесс

передачи теплоты от продуктов сгорания к теплоносителю и выбросу ее в атмосферу по всей протяженности газоходов.

Теплообмен в топках котлоагрегатов можно отнести к детерминированным процессам, так как суть теплопередачи достаточно изучена и давно известны основные закономерности, характеризующие ее. С другой стороны, процесс является стохастическим, так как аэрогидродинамика агрегата и теплообменный механизм в целом по агрегату не взаимосвязаны и поэтому имеют предположительный или вероятностный характер.

В формулах (1)-(3) эффективность котлоагрегатов рассматривается с позиций “черного ящика”, т.е. модель исследования, по которой наблюдению доступны только входные и выходные параметры, а внутренняя структура не затрагивается.

Вероятностный подход [3] к оценке работы котлоагрегатов позволяет теоретически учесть все факторы, влияющие на процесс теплообмена (конструктивные размеры топочной и конвективной частей, параметры газа и теплоносителя, материал каналов и труб). Благодаря этому можно точнее вычислять КПД котлоагрегата в целом и по отдельным элементам газохода.

Суть вероятностного подхода заключается в том, что процессы теплообмена, протекающие в котлоагрегате, рассматриваются как последовательные условно зависимые стадии (события) единого процесса теплопередачи:

$$\eta_{к.а.} = \eta_m + (1 - \eta_m) \eta_{конв} = 1 - (1 - \eta_m)(1 - \eta_{конв}). \quad (4)$$

Эти стадии протекают последовательно в топке η_m и конвективной части $\eta_{конв}$ котлоагрегата, представляя собой двухступенчатый теплообменный аппарат. Все процессы, протекающие в каждой из этих стадий, являются параллельными событиями. Расчет КПД котлоагрегата заключается в определении вероятности усвоения тепловой энергии в результате всех процессов. При этом используются известные теоремы теории вероятностей.

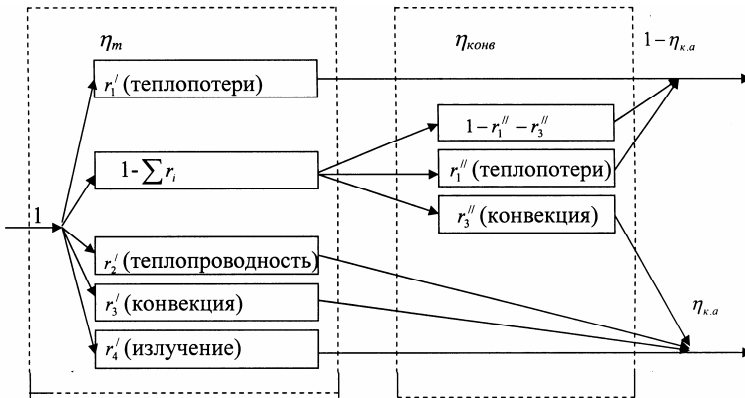
Процессы теплообмена в котлоагрегате и вероятности поглощения теплоты в каждом из них можно представить в виде вероятностной блок-схемы описания процесса теплопередачи (рисунок).

По законам теории вероятностей, вероятности параллельных событий складываются, а последовательных – перемножаются.

Таким образом, для вычисления КПД котлоагрегата составлены уравнения:

$$\eta_{к.а.} = r_{теплотр} + r_{конв} + r_{изл} + (1 - \sum r_i) \cdot r_{конв} ; \quad (5)$$

$$1 - \eta_{к.а} = r_{теплотр} + (1 - \sum r_i) \cdot (1 - r_{конв}). \quad (6)$$



Вероятностная блок-схема описания процесса теплообмена в котлоагрегате

В полученных уравнениях каждый из вероятностных параметров может быть выражен через физические величины. В качестве примера рассмотрим лучистую составляющую теплообмена:

$$r_{изл} = \frac{Q_{изл}}{Q_m}, \quad (7)$$

где $Q_{изл}$ и Q_m – теплообмен путем излучения и полезное тепловыделение в топке, кДж/кг, которое вычисляется по формуле

$$Q_m = Q_p^p (1 - q_3 - q_4 - q_6) / (1 - q_4) + Q_6 + Q_{вн}. \quad (8)$$

Здесь Q_p^p – располагаемая теплота топлива, кДж/кг; Q_6 , $Q_{вн}$ – количество теплоты, вносимое в топку воздухом и теряемое внешней поверхностью агрегата, кДж/кг. Теплообмен за счет излучения определяется по формуле

$$Q_{изл} = F \cdot \varepsilon_{см}^/ \cdot C_s \cdot \left[\varepsilon_2 \cdot \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \varepsilon_2^/ \cdot \left(\frac{T_{см}}{100} \right)^4 \right]. \quad (9)$$

Аналогичным образом, т.е. теоретически, через физические параметры продуктов сгорания топлива, теплоносителя и материалов различных элементов котлоагрегата представляется возможным описать все члены уравнений (5) и (6). Предлагаемый способ позволит не только рассчитывать эффективность работы котлоагрегатов в конкретных

условиях для любого топлива, но и оптимизировать конструктивные размеры котлов [3], режим их эксплуатации, выбор конструктивных материалов топки и газоходов, способствующих лучшей проводимости теплоты через стенки.

1. Лук'янов О.В. Теплогенераторы для локальных систем теплоснабжения. – Київ: ДонДАБА, 2003. – 156 с.

2. Губарь С.А., Качан А.В., Лукьянов А.В. Разработка параметрического ряда жаротрубных теплогенераторов для локального теплоснабжения // Вісник ДонДАБА. №4(41). – Київ: ДонДАБА, 2003. – С. 3-5.

3. Качан В.М., Качан О.В., Акініна А.Г. Універсальність ймовірнісного методу моделювання масообмінних процесів // Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта 2004": Зб. наук. праць Дніпропетровського інж.-буд. ін-ту. – Дніпропетровськ, 2004. – С.57-60.

Получено 21.06.2004

УДК 621.436 + 696.42 : 697.326

Л.М.КРУТИЙ, Е.Г.ЗАСЛАВСКИЙ, кандидаты техн. наук

Государственное научно-производственное предприятие «Метэнергомаш», г.Харьков

Л.В.РЕБРОВ

Северо-восточный научный центр НАН Украины, г.Харьков

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГАЗОВЫХ МОТОР-ГЕНЕРАТОРОВ

Рассматриваются когенерационные установки с бойлерной системой утилизации тепла менее экономичные, чем с котлами утилизаторами, в которых отработавшие газы мотор-генераторов непосредственно участвуют в процессе сгорания природного газа в топках котла.

Энергетический кризис в Украине, характеризующийся необходимостью импорта до 41% энергоносителей, побуждает исследователей и разработчиков к поиску и реализации способов экономии энергоресурсов, повышению КПД энергоустановок, использованию альтернативного топлива, созданию менее энергоемкого технического оборудования и предприятий [1,2].

В газовых двигателях стационарных мотор-генераторов в полезную работу превращается около одной трети теплоты, выделяющейся при сжигании топлива. Остальная теплота теряется с отработавшими газами и в системах охлаждения [3].

Рентабельность газовых двигателей может быть существенно повышена путем утилизации теплоты отработавших газов, охлаждающей жидкости и масла. Так, если КПД двигателя находится в пределах 32-42%, то при использовании теплоты, отводимой с охлаждающей жидкостью и отработавшими газами при снижении их температуры до